Lane Medical Library

Aus der chirurgischen Abteilung der zahnärztlichen Klinik der
Ludwig-Maximilians-Universität München.
Vorstand: **Prof. Dr. med. et phil. P. P. Kranz.**

Über Falschgelenkbildung unter besonderer Berücksichtigung ihres Sitzes an den Kiefern

Inaugural-Dissertation

verfaßt und der Hohen Medizinischen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität zu München zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde

vorgelegt von

Wilhelm Zink

aus Nürnberg

1935

Dissertationsdruckerei und Verlag Konrad Triltsch, Würzburg.

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München.

Referent:
Prof. Dr. med. et phil. P. P. Kranz.

Das Wesentliche bei der Bildung eines Falschgelenks oder Pseudarthrose ist die Tatsache einer ungewöhnlichen Beweglichkeit zwischen zwei normalerweise einheitlich verwachsenen Teilen eines Knochens. Neben diesem hauptsächlichsten Merkmal findet man daneben nicht selten gewisse Erscheinungen, die schließlich drei Unterabteilungen der Pseudarthrose unterscheiden lassen:

1. Die echte Pseudarthrose, bei der zwischen zwei gänzlich getrennten Knochenteilen eine bleibende, solide, nicht verkalkte Verbindungszone sich befindet. Osteoblasten und seine Gefäße, oder Gewebe des nächsten Gewebes des Knochens bilden diese Zwischensubstanz.

2. Die Nearthrose, die eine fortgeschrittene Pseudarthrose mit glattwandigen Spaltwänden darstellt.

3. Die Defektpseudarthrose, die aus sehr großen Knochensubstanzverlusten hervorgeht.

4. Die angeborene Pseudarthrose, gekennzeichnet durch ihr Auftreten nach der Geburt und durch ihren häufigen Sitz am Unterschenkel.

Das gemeinsame klinische Erkennungszeichen all dieser Formen von Pseudarthrose ist die Beweglichkeit des Knochens, die normalerweise eine starre Verbindung darstellt. Diese Beweglichkeit bedingt die Funktionsstörung, ein wichtiges Symptom der Pseudarthrose. Dieser Ausfall kann gering sein, aber auch beträchtliche Grade erreichen. Der Sitz des Scheingelenks bestimmt die Höhe der Funktionsstörung. Völlige Schmerzlosigkeit mit der Anamnese eines lange zurückliegenden Knochenbruchs, der nicht fest wurde, macht die Diagnose der Pseudarthrose wahrscheinlich. Zeigt außerdem das Röntgenbild atrophische Fragmente oder gar ein neu entstandenes Gelenk mit Kopf und Pfanne im Verlauf des erkrankten Knochens, dann steht die Diagnose Pseudarthrose eindeutig fest.

Über die Verteilung der Scheingelenkbildung beim männlichen und weiblichen Geschlecht gibt mir eine Statistik über 37 Fälle, aufgenommen an der Chirurgischen Universitäts-Klinik in Leipzig, einige Anhaltspunkte (K ü h n e l). Unter diesen 37 Patienten waren 31 Männer und nur 6 Frauen. Das Lebensalter schwankte zwischen 15 und 58 Jahren. Die hohe Zahl beim männlichen Geschlecht wird erklärt durch die häufigen beruflichen Verletzungsmöglichkeiten.

Die Häufigkeit der Pseudarthrose an den Röhrenknochen ist in absteigender Linie etwa folgende:

Tibia, Radius, Schenkelhals, Humerus. Überhaupt kommt die Falschgelenkbildung in der Hauptsache an den langen Röhrenknochen vor. Die Bildung von Scheingelenken an den Schädelknochen, im besonderen an den Kiefern, ist nicht sehr häufig.

Schuß- und Granatsplitterverletzungen der langen Röhrenknochen als auch der Kiefer führen sehr oft zur Entstehung von Pseudarthrosen, ihnen folgen Berufsunfälle wie z. B. Transmissionsverletzungen. Von den unkomplizierten Frakturen neigt am meisten die des Schenkelhalses zur Pseudarthrosenbildung. Außerdem geben wiederholte Frakturen an der gleichen Stelle Osteomyelitis, Ostitis fibrosa und angeborene Hypoplasie die Ursache zur Scheingelenkbildung ab. Soviel über die verschiedenen, ursächlichen Möglichkeiten, die schließlich zur Pseudarthrose eines Knochens führen können, und nun zum eigentlichen Wesen des Falschgelenkes, welches durch die eingangs erwähnten Symptome im klinischen Bild ausgezeichnet ist.

Sowohl allgemeine, als auch örtliche Einflüsse oder ein Zusammenwirken von beiden, kann die knochenbildende Kraft des Körpers schwächen bzw. aufheben und dadurch zur Pseudarthrose führen. Konstitution und augenblicklicher Zustand des Kranken können dabei von ausschlaggebender Bedeutung sein. Jede Fraktur hat zu ihrer Heilung eine bestimmte, regenerative Kraft des geschädigten Gewebes zur Voraussetzung und es läßt sich ohne weiteres vorstellen, daß ein geschwächter Organismus dieses Maß an Leistungsfähigkeit nicht mehr aufzubringen vermag und zur Bildung von anormalem bzw. nicht knochenbildenden Gewebe Veranlassung gibt. Diese allgemein ursächlichen Momente können nur für manche Fälle von Verzögerung der Verknöcherung verantwortlich gemacht werden. Beseitigung der allgemeinen Störung bringt auch verstärkte Knochenheilung mit sich.

Allgemeine Ursachen.

Die weit verbreitete Ansicht, daß höheres Alter günstige Vorbedingungen zur Pseudarthrosenbildung schaffen, ist nicht zu halten, wenn man auch zugesteht, daß im Greisenalter die Frakturenheilung langsamer und schwerer von statten geht, als im jugendlichen Alter.

Im allgemeinen wird das mittlere Lebensalter durch die Bildung von Scheingelenken nach Frakturen am meisten betroffen. Daß die Metaphyse der Röhrenknochen bezüglich des Kalkhaushaltes eine wichtige Rolle bei der Knochenheilung spielt, ist bewiesen. Systematische Untersuchungen ergaben bei normaler Heilung in ihrem Bereich eine starke Verdichtung in Form von Kalkbändern, bei verzögerter Konsolidation dagegen metaphysäre Auflockerung, eine Kalkverarmung, die zur Spaltbildung und schließlich zur ausgesprochenen Pseudarthrose führen kann (K a p s a m m e r). In der Metaphyse, als Ort des größten Stoffwechsels im Knochen, wird sich demnach die Kalkverschiebung bei der Frak-

turheilung bzw. bei Pseudarthrosenbildung in positivem bzw. negativem Sinne am ausgesprochensten bemerkbar machen (K a p s a m m e r).

Über die Zusammenhänge von Kalkstoffwechsel und allgemeinem Stoffwechsel haben die Blutuntersuchungen Aufschluß gegeben (J e s s e n , R a b l). Zu Beginn und während der Frakturheilung ist das Blut mit Kalk übersättigt, ebenso ist das junge Kallusgewebe reichlich mit Kalk beladen, und zwar in demselben Verhältnis wie später im definitiven Knochen. Doch kann das Festwerden des Kalkes im Kallus nur dann eintreten, wenn die beigemengten organischen Substanzen auf oxydativem Wege abgebaut worden sind und der Kalk mit den Karbonaten und Phosphaten des Körpers in Verbindung treten kann. Soll es daher nicht zur verzögerten Knochenheilung oder gar zur Pseudarthrosenbildung kommen, so muß sowohl in der Umgebung der Fraktur als auch im ganzen Körper ein normaler Ablauf des Stoffwechsels vorhanden sein (H e r f e l d e r). Es ist deshalb nicht verwunderlich, wenn man diese Gesichtspunkte in Betracht zieht, daß Beeinträchtigung des Allgemeinbefindens auch auf die Güte der Regenerationsprodukte abfärben und im speziellen Fall zur verzögerten Kallusbildung bzw. zur Entstehung von Falschgelenken Anlaß geben kann.

Die Möglichkeiten, solche Schwächezustände herbeizuführen, können verschieden sein. Insbesondere seien genannt:

1. Schwere akute Infektionskrankheiten.
2. Chronische Erkrankungen, die nicht selten krankhafte Störungen am osteoblastischen Gewebe verursachen, wie z. B. Lues, Rachitis, Skorbut, Osteomalacie, Diabetes.
3. Schwangerschaft mit der Störung des allgemeinen Stoffwechsels.
4. Anhaltende Diarrhöen.
5. Starke Blutungen.
6. Unstillbares Erbrechen.
7. Übermäßige Laktation.

Nicht weniger ungünstig auf die Knochenregeneration wirken die allgemeinen Schwächezustände infolge mangelnder Nahrungsaufnahme, gleichgültig, ob beabsichtigt oder nicht. Selbst die Entziehung einzelner Mineralstoffe zeigte nach Untersuchungen von W e i s s k e eine Verminderung der knochenbildenden Kräfte mit den Merkmalen der Osteoporose. Auch H e r f e l d e r konnte beobachten, daß unter dem Einfluß der Unterernährung schon gebildeter Kallus wieder erweichte und resorbiert wurde, oder aber gar nicht fest wurde. Vor allen Dingen der Weltkrieg hat diese Erfahrungstatsache mannigfach bestätigt. S e e l i g e r nannte diese zur Pseudarthrosenbildung neigende allgemeine Erkrankung Hungerosteopathie.

Örtliche Ursachen.

Wenngleich die angeführten allgemeinen Ursachen nicht selten die Bildung der Pseudarthrose begünstigen, so muß doch zugegeben werden, daß die örtlich wirkenden Faktoren beim Zustandekommen einer verzögerten Kallusbildung weitaus im Vordergrunde stehen. Trotz der Wichtigkeit, die den örtlichen Ursachen zugemessen werden, kommt es zur eigentlichen Pseudarthrosenbildung nur dann, wenn zu diesen die allgemeinen Faktoren treten. Als örtliche Ursachen bei der Entstehung eines Scheingelenks gelten:

1. Einlagerung fremder Gewebsteile zwischen die Bruchenden, so z. B. Muskel, Bluterguß, Sehnen, nekrotische Bruchstücke.
2. Starke Dislokation der Bruchfragmente.
3. Ungünstige Beschaffenheit des Bruchs.
4. Splitterbrüche.
5. Komplizierte Frakturen.
6. Störung des knochenbildenden Gewebes durch Ernährungsstörung und Gefäßreißung.
7. Fehlerhafte Behandlung der Brüche.
8. Innervationsdefekte.

Sehr häufig ist die Einlagerung fremder Teile zwischen die Bruchenden ein Anlaß zur Pseudarthrosenbildung. Sieht man von Fremdkörpern, wie z. B. Granatsplitter, Geschosse, ab, die natürlich eine Konsolidation einer Fraktur verhindern können, so wird die Interposition am häufigsten durch arteigenes Gewebe wie Muskeln, Haematome, Sehnenstücke, seltener durch Nerven oder Bruchsplitter bewirkt. Bei der Zwischenlagerung von hinreichend dicker Muskelmasse zwischen die Bruchenden, die eine Berührung der Bruchflächen hintanhält, ist mit großer Wahrscheinlichkeit die Entstehung einer Pseudarthrose anzunehmen. Dabei ist es für die Scheingelenkbildung von grundsätzlichem Unterschied, ob die dazwischen gelagerten Muskeln mit ihrer Umgebung noch in Verbindung stehen, oder ob sie ihrer Ernährung oder Blutzufuhr beraubt sind. Die Versuchsreihen von Debrunner mit frei implanierten Muskelfasern und mit solchen, die noch den Zusammenhang mit ihrer Umgebung hatten, zeigten bei ihrer Einlagerung zwischen zwei Bruchenden ganz verschiedene Ergebnisse. Die genauen Vorgänge hat man sich so vorzustellen, daß die gut ernährte lebende Muskelmasse mit ihrer Umgebung eine narbige Verbindung eingeht. Die umliegenden Bindegewebszellen wie Faszien, Gefäßscheiden vermehren sich und schließen die Lücke neben lebendem Muskelgewebe und Knochenstümpfen mit indifferentem Granulationsgewebe. Dieser Prozeß geht wegen der günstigen Ernährungsbedingungen sehr rasch von statten, sodaß die Kallusbildung, deren Entstehungsgeschwindigkeit viel geringer ist, zurückbleibt und die Bildung des Granulationsgewebes überwiegt. Dazu kommt noch der Umstand, daß durch die Fraktur selbst osteogenetische Gewebe Schaden gelitten hat. Der Saftstrom

ist teilweise unterbrochen, Markgefäße sind zerrissen worden und nicht selten fehlt das Periost in der Lücke ganz oder ist höchstens durch versprengte Fetzen vertreten. Unter all diesen Umständen vermag ein gut durchbluteter, eingelagerter Muskelzug ein unbedingtes Hindernis für die Kallusbildung an den Bruchenden zu sein und Entstehung einer Pseudarthrose veranlassen.

Im Gegensatz dazu stehen die Versuchsergebnisse mit frei implantierten Muskelstücken. In diesem Falle liegt der verpflanzte Muskel in einem Blutgerinsel, allseits von lebendem Gewebe umgeben, aber selbst ohne Verbindung mit dem ernährenden Blutstrom. Nun hat sich das gegenseitige Kräfteverhältnis umgekehrt. Diesmal ist das knochenbildende Gewebe im Vorteil. Seine Lebenskraft ist trotz der Schwächung größer als die des Implantats, dessen Toxine wahrscheinlich noch eine erhebliche Reizwirkung zur Bildung von Knochenkeimgewebe ausüben. Der Erfolg muß in diesem Falle auf Seiten des Knochens liegen, die Bildung einer Pseudarthrose ist damit unterbunden. Demzufolge ist also eine Muskelinterposition nur dann imstande eine Pseudarthrose zu erzeugen, wenn das dazwischen liegende Gewebe zum mindesten bis zur Herstellung einer defektfüllenden Narbe lebensfähig bleibt. Sobald es von der Blutversorgung abgeschnitten ist, ist es nicht mehr imstande, eine köcherne Vereinigung der Bruchenden zu verhindern (Debrunner). Gurlt ist dagegen der Ansicht, daß die Einlagerung von Weichteilen in den Spalt der Fraktur in allen Fällen höchstens eine Verzögerung der Kallusbildung zur Folge haben kann, da der ständige Druck der Bruchstücke die eingelagerten Weichteile zur Atrophie zwingen soll. Nach dem Zugrundegehen der Muskelfasern würde dann die Konsolidation einsetzen. Tierexperimentell konnte Ollier jedoch beweisen, daß ein interponiertes Muskelbündel zur Resorption des Kallus führt.

Wie Lexer ausführt, bringt die bei jedem Knochenbruch normalerweise auftretende Bruchhyperaemie der gefährdeten Stelle vermehrte Ernährungszufuhr. Diese hat für die Bruchheilung zweierlei Folgen. Erstens wird der Kollateralkreislauf im verletzten Gefäßbezirk hergestellt, zweitens sorgt sie für die erhöhte Ernährung der Knochenbildner. Sind diese Erscheinungen gestört, so sind durch die Ernährungsschwäche der Kallusbildner die Bedingungen zur Pseudarthroseentstehung gegeben.

Die muskelelektrischen Untersuchungen Rehns ergaben, daß für die Heilung von Knochenbrüchen der Muskulatur eine maßgebende Rolle zufällt. Gesteigerte Muskeltätigkeit führt nach seiner Ansicht zum gesteigerten Frakturstoffwechsel und zur Entwicklung des Periostkallus. Die Ausschaltung dieser physiologischen Muskelreize durch traumatische Schädigung, durch eingelagerte Muskelsubstanzen und Narbenmassen zwischen Periost und Muskel, kann leicht eine Pseudarthrose entstehen lassen.

Nicht weniger gegensätzlich wie hier sind auch die Ansichten bei der Frage, ob ein Bluterguß im Bruchspalt von Vor- oder

Nachteil für die endgültige Heilung einer Fraktur ist. Lexer und Bier sind die Hauptvertreter beider Richtungen. Während Lexer behauptet, daß die Anwesenheit eines Haematoms im Bruchspalt die Pseudarthrosebildung geradezu begünstigt, vertritt Bier die Ansicht, daß der Bluterguß sowohl für den sich bildenden Kallus als auch für den späteren Knochen einen ausgezeichneten Nährboden abgibt.

Nach Untersuchungen von Herrmann steht fest, daß durch die Anwesenheit der Eiweißstoffe im Haematom eine Kalziumanreicherung stattfindet und dadurch die Knochenheilung weitgehend begünstigt wird; ein Befund, welcher die Anschauung Biers erhärtet. Nun kommt aber die Kehrseite. Bleibt die Resorption des Haematoms durch Störung des intermediären Stoffwechsels aus, so fehlt auch die knöcherne Verbindung der beiden Bruchenden, weil die nicht abgebauten, eingelagerten Eiweißstoffe eine Ablagerung des Kalkes als organische Phosphat-Karbonatverbindung nicht eintreten kann. Ist es ja gerade diese Phosphat-Karbonatverbindung, welche die Ursache zum Hartwerden des Knochenbruchs abgibt. Bildung einer Pseudarthrose hängt also davon ab, ob das Bruchhaematom abgebaut und aufgesogen wird oder nicht.

Interponierte, nekrotische Bruchsplitter haben die gleiche Wirkung wie Muskeln und Blutergüsse. Ob sich eine Pseudarthrose bildet oder nicht, ist auch bei Bruchsplittern von der Resorption bzw. vom Liegenbleiben derselben im Bruchspalt abhängig. Auch langdauernde Eiterungen können zur Bildung von Scheingelenken führen, indem sie die kallusbildenden Gewebe in ihrer Tätigkeit schädigen und an ihrer Stelle zu narbigen, sklerotischem Gewebe führen.

Eine weitere Ursache, die nicht selten Anlaß zur Bildung einer Pseudarthrose gibt, ist die starke Verlagerung der Bruchfragmente besonders in der Achse, als auch der Länge nach. Nach Ansicht Debrunners scheint gerade bei dieser Art von Ursache der Periostkallus eine überragende Rolle bei der Konsolidierung zu spielen. Bei etwa 1 cm Spannweite des Defekts beginnt bei seinen Versuchen am Kaninchenradius die absolute Unmöglichkeit einer knöchernen Regeneration. Der Defekt, er beträgt etwa $^1/_5$ der ganzen Länge, ist also im Verhältnis zur Länge des Knochens zu groß. Ebenso macht die seitliche Verschiebung und die Übereinanderverschiebung, wenn sie so stark ist, daß sich die beiden Bruchenden nicht mehr berühren, der Konsolidierung des Knochens große Schwierigkeiten. Das Zustandekommen einer Pseudarthrose ist aus solchen Anlässen deshalb nicht selten.

Auch die Beschaffenheit des Bruches an und für sich kann eine Disposition zur Scheingelenkbildung abgeben. Je geringer die Zertrümmerung der Bruchstelle, umso günstiger die Heilungsaussichten. So neigen ausgedehnte Schrägbrüche, mehrere Bruchstellen am gleichen Knochen, zumal wenn diese mit Wunden der Haut in Verbindung stehen, zur Verzögerung der Kallusbildung. Die

große Gefahr der Schrägbrüche liegt in der leichten Verschieblichkeit der Bruchfragmente, sodaß sehr leicht der Kontakt verloren geht und damit die normalen Heilungsaussichten stark beeinträchtigt werden können.

Noch häufiger und ausgesprochener als bei den Schrägbrüchen ist die Pseudarthrosenbildung bei den Splitterbrüchen. Der Grund dafür liegt in der starken Quetschung der Bruchstücke und des Periostes, die meist mit dieser Art von Brüchen einhergehen. Sind außerdem noch weit klaffende Knochendefekte und ausgedehnte Weichteilverletzungen mit der Fraktur verbunden, so geben diese Komplikationen einen sehr günstigen Boden für die Entstehung einer Pseudarthrose ab. Die frühzeitige, operative Entfernung der Bruchsplitter, ihre Resektion oder Nekrose zwischen den Fragmenten hat zur Folge, daß man wichtige, als Brücke dienende Knochenteile zu Gunsten der Pseudarthrosebildung ausgeschaltet hat. Diese Knochentrümmer sind nämlich Spender von Kalksalzen und bilden daher wertvolle Bausteine für die Wiederherstellung des Knochens. Aus ihnen werden die zur Festigung des Kallus und zur Knochenregeneration nötigen Stoffe entnommen (Seifert).

Die Meinungen, ob bei komplizierten Frakturen die Scheingelenkbildung häufiger als bei subkutanen, sind noch verschieden. Manche Autoren (König, Brun) nehmen bei komplizierten Brüchen sehr viel mehr Pseudarthrosebildung an als bei einfachen. Daß die Heilungsvorgänge durch Infektion gestört oder ganz unterbunden werden können, liegt bei Knochenbrüchen, die mit Weichteilverletzungen einhergegangen sind, auf der Hand. Auch hier führt frühzeitige Entsplitterung zur Pseudarthrosebildung. Gulecke, Hohmann haben diese Tatsache während des Weltkrieges vielfach bestätigt gefunden.

Als eine der Hauptursachen der Pseudarthrose gilt die schlechte Ernährung und Blutzufuhr zu den Kallusbildnern (Lexer). Dabei degeneriert das Periost bindegewebig und überkapselt die Defektstümpfe. Die Adventitia wird bindegewebig und hindert die knöcherne Vereinigung, wenn sie von der Cambiumschicht gelöst ist. Auch aus dem schlecht ernährten Markendost kann Bindegewebe entstehen. Zu diesem kommt außerdem noch das unspezifische Bindegewebe der Umgebung oder von Blutergüssen. Dieses wuchert von der Umgebung aus in die Lücken der Periostdefekte und zerstört die Gefäßversorgung der knochenbildenden Gewebe und verhindert außerdem die rechtzeitige Regeneration. Selbst bis in die Markhöhle dringt das Bindegewebe der Umgebung vor und verschließt diese wie mit einem Deckel. Das Ende dieser so stark um sich greifenden Bindegewebsbildung ist das Ausbleiben der knöchernen Vereinigung, die Pseudarthrose.

Zu diesen bis jetzt angeführten Pseudarthroseursachen, die mehr oder weniger mit der Art der Verletzung selbst in Zusammenhang stehen, kommt als weiteres ursächliches Moment die fehlerhafte oder mangelnde Behandlung der Frakturen. Dieser för-

dernde Faktor liegt also in der Hand des Arztes und steht außerhalb dem Einfluß des verletzten Körpers selbst. Die Beurteilung dieser Frage ist von den verschiedenen Autoren nicht einheitlich. Während einige von ihnen, im besonderen Malgaigne, den Hauptgrund der Falschgelenkbildung in der mangelhaften Behandlung sehen, messen andere diesem Faktor keine so große Bedeutung zu; sie stützen ihre Annahme darauf, daß selbst bei genauester und sachkundiger Behandlung eine verzögerte Kallusbildung, ja sogar ein Stillstand in der Konsolidation sich einstellen kann. Doch kann dies nicht als Norm angesehen werden. Nach wie vor fällt ein großer Teil der Entstehung von Scheingelenken auf das Konto unsachgemäßer Behandlung. Ungenügende Feststellung der Bruchfragmente und zu frühe funktionelle Belastung stehen bei der fehlerhaften Behandlung im Vordergrund. Die tierexperimentellen Versuche von Rigal und Vignal ergaben, daß auch die kleinste gegenseitige Verschiebung der Bruchenden, wenn sie nur häufig genug geschieht, das knorpelige Stadium des Kallus verlängert, die Knorpelbildung selbst quantitativ über das gewöhnliche Maß steigert. Je ungenügender der Verband und je größer die Dislokation, umso intensiver wird die Knorpelentwicklung auftreten und damit umso rascher zur Bildung einer Pseudarthrose führen.

Das histologische Bild bei einer solchen gestörten Knochenregeneration ist etwa folgendes: reichlich Kallus findet sich nur in den Markhöhlen und in den Buchten der verschobenen Knochenenden. Enge Markräume und Kanäle durchziehen diese ziemlich feste Masse. Die physiologische, lamellöse Struktur des Kallus wird durch einen geflechtartigen Aufbau ersetzt. Dies betrifft sowohl den äußeren und inneren, als auch den intermediären Kallus. Zwischen den Kallusbälkchen der beiden Enden besteht kein Zusammenhang. Das Knochengewebe läuft in das verbindende, fibröse und faserknorpelige Gewebe der Pseudarthrose über.

Nun zu den Zusammenhängen zwischen den Innervationsdefekten bei Brüchen und der Ausbildung von Scheingelenken. Kassowitz, Rasumowski und in neuerer Zeit Ruef haben viel zur Klärung dieser strittigen Frage beigetragen. Sie wiesen nach, daß Nervendurchschneidung Atrophie und gesteigerte Resorption im Knochen nach sich zieht. Erhöhte Tätigkeit der Osteoklasten gegenüber den Osteoblasten wurde beobachtet. Dabei fand man, daß bei langdauernder Lähmung vermehrte Porosität der Knochen, die besonders bei den Erkrankungen des Nervensystems, wie z. B. Tabes, deutlich in Erscheinung tritt.

Das Entscheidende dieser Frage und für die Entstehung der Pseudarthrose Wichtige ist, ob Schädigungen der Nerven in ihren Versorgungsgebieten die Bildung des Kallus im negativen oder positiven Sinne beeinflußt oder nicht. Auch hier sind die Meinungen und die Versuchsergebnisse der Experimentatoren nicht einheitlich. Vorausbedingung für die Erzielung eines genauen Ergebnisses ist, daß sowohl die nervengeschädigte als auch die gesunde

Seite unter dieselben Bedingungen gesetzt wird und namentlich die Einwirkung äußerer Schädlichkeiten auf die Bruchstelle durch sichere Ruhigstellung ausgeschlossen wird. Rehn und Ruef fanden bei ihren Tierexperimenten eine gesteigerte Kallusbildung im Gebiete des geschädigten Nerven. Im Gegensatz dazu steht Röchling. Dieser hat nach Durchschneidung des N. ischiadicus beim Kaninchen eine beträchtlich verzögerte Bruchheilung an der gelähmten Seite feststellen können. Obwohl diese Ergebnisse noch recht verschieden sind, ändern sie doch nichts an der Tatsache, daß die Pseudarthrosebildung nach Innervationsdefekten häufiger ist als ohne diese.

Auch das Fehlen des physiologischen Muskelzugs, das beim Ausfall eines Nerven auftritt, soll die Bildung eines knorpelähnlichen Kallus begünstigen, die Verknöcherung beeinträchtigen und Anlaß zur Entwicklung von Scheingelenken geben, da die Stoffwechselprodukte des am Periost ansetzenden, normal funktionierenden Muskels, der eine reichliche Menge Phosphorsäure bildet, fehlen.

Während alle diese genannten Faktoren für die erworbene Pseudarthrose in Betracht gezogen werden, sind sie für die angeborene Form noch kaum geklärt. Als Ursache ihrer Entstehung nahm man früher eine intrauterine Fraktur an. Heute ist man von dieser Auffassung ziemlich abgekommen. Die jetzige Ansicht geht dahin, daß die Ursachen dieses Leidens in einer lokalen, angeborenen Veränderung des Knochens liegt. Man sucht eine fehlerhafte Keim- oder Gefäßanlage oder einen abnormen Druck der amniotischen Hülle dafür verantwortlich zu machen. Eine ausgesprochene Klarheit für die Ätiologie der kongenitalen Pseudarthrose herrscht jedenfalls auch heute noch nicht. Die weitaus größte Zahl der angeborenen Falschgelenke ist am Unterschenkel lokalisiert, und zwar im unteren Drittel. Die Fähigkeit der Knochenneubildung ist an der Pseudarthrosestelle stets beeinträchtigt oder aufgehoben.

Soweit über die Entstehungsursache der Pseudarthrose im allgemeinen; und nun die speziellen, ätiologischen Faktoren, die zur Bildung eines Scheingelenks an den Kiefern führen. Alle bis jetzt angeführten Pseudarthroseursachen kommen auch bei der Falschgelenkbildung an den Kiefern in Frage. Zu diesen gesellen sich außerdem noch Ursachen, die durch die anatomischen Lagebeziehungen am Gesichtsschädel und durch Krankheiten bedingt sind, die im Bereich der Kiefern mit Vorliebe in Erscheinung treten.

Zu den allgemeinen Ursachen gehören die Störungen der Drüsen mit innerer Sekretion, besonders der Thymus, die eine mangelhafte Kallusbildung veranlassen sollen. Von besonderer Wichtigkeit scheint auch für die Frakturhaltung bzw. Pseudarthrosebildung die Tätigkeit der Epithelkörperchen zu sein. Der Wirkungskreis der Drüsen mit innerer Sekretion soll sich auf die

Röhren- und Plattenknochen erstrecken. Genaue Forschungsergebnisse fehlen noch.

Auch die chronische Vergiftung mit Metallen, wie z. B. die Phosphornekrose mit ihren zerstörenden Einwirkungen an den Kiefern kann eine Scheingelenkbildung unterstützen, besonders wenn der Allgemeinzustand des Kranken bereits gelitten hat.

Über die Vorgänge der Kallusbildung am Unterkiefer nach Frakturen sind zahlreiche Untersuchungen angestellt worden. Während v. Wunschheim und Klein angeben, daß die Neigung zur Kallusbildung gering sei und hierin eine Ursache der Pseudarthrose erblicken, führen Römer und Lickteig aus, daß die Kallusbildung an den Kiefern qualitativ gut, quantitativ aber nur gering ist. In der derben, resistenten Beschaffenheit des Periostes und in dessen engem, schwer lösbaren Zusammenhang mit seiner knöchernen Unterlage, erblickt man in neuester Zeit eine Ursache für die geringe Kallusbildung an den Kiefern. Denn dadurch wird die aseptische Knochennekrose infolge Periostabhebung stark eingeschränkt, wodurch ein wesentlicher biologischer Anreiz zur Kallusbildung fortfällt.

Weiterhin kommen für die Bildung einer Pseudarthrose speziell der Kiefer die Interposition von Zahnwurzeln und die Eiterung in Frage, die von gangränösen Wurzelresten des Bruchspalts ausgehen kann.

An örtlichen, die Falschgelenkbildung begünstigenden Ursachen sind zu nennen: maligne Geschwülste, Osteomyelitis, Aktinomykose, Noma, Zahnzysten, polylokuläre Cystome, Osteofibrom und Papillome. Die meisten dieser genannten Ursachen wirken durch ihren lokal-destruktiven Charakter.

Zu den örtlichen Ursachen zählen weiterhin die Traumen der Kiefer und ihre Begleiterscheinungen. Als Ursache der Pseudarthrose wird in erster Linie die Zertrümmerung der Kiefer in viele Knochenscherben sowie Zerstörung von Periost und Mark genannt. Schußbrüche und schwere Frakturen nach Unfällen, wie bereits im allgemeinen Teil ausgeführt, liefern auch hier die größte Zahl an Pseudarthrosen.

Eine nicht zu unterschätzende Rolle bei der Entstehung von Scheingelenken an den Kiefern spielt auch der Zug der Kaumuskulatur. Davon ist besonders der Unterkiefer, kaum dagegen der Oberkiefer betroffen, zumal wenn es nicht behandelte Fälle sind.

Nicht ausgeschlossen ist die Pseudarthrosebildung der Kiefer durch unzweckmäßige Schienung, zumal wenn eingehängte starke Gummizüge die Bruchstücke mehr als nötig reponieren. Zwangsläufig wird dadurch eine Dislokation erreicht und der bindegewebigen Vereinigung der Fragmente Vorschub geleistet. Wassmund berichtet außerdem von einem Fall der Scheingelenkbildung, die dadurch zustande kam, daß sich der Patient den Schienenverband selbst entfernt hatte.

Was die Häufigkeit der Pseudarthrosebildung an den Kieferknochen anbelangt, so treffen nach Lindemann unter 400 Fäl-

len von Kieferverletzten 7%, nach Wunschheim unter 600 Fällen 20% und nach Euler 12%.

Die Verteilung der Pseudarthrose auf Unter- und Oberkiefer ist von der Häufigkeit der Brüche in diesem Bereich abhängig. Frakturen am Unterkiefer sind sehr häufig, am Oberkiefer seltener. Zwischen den Verletzungen des Ober- und Unterkiefers besteht insofern ein großer Unterschied, als erstere nicht nur weit seltener sind, sondern auch eine bessere Heilungsmöglichkeit aufweisen. Die Brüche des Oberkiefers sind im allgemeinen deshalb günstiger zu beurteilen. Dagegen bilden die dünnen Wände des Antrums und des Orbitalbodens Praedilektionsstellen für Brüche.

Den typischen Ort für Frakturen im Oberkiefer hat als erster Le Fort festgestellt. Den schwachen Stellen des Oberkiefers entsprechend hat er drei Hauptbruchlinien angenommen, die natürlich den Boden für eine Pseudarthrosebildung abgeben können.

Die Pseudarthrosebildung am Oberkiefer ist sehr selten. Unter 14 schweren Fällen von Oberkieferverletzungen, die von Misch angeführt werden, kam es in keinem zur Bildung eines Scheingelenks. Die Heilung erfolgte immer nach richtig eingesetzter chirurgischer und zahnärztlicher Behandlung glatt. Außerdem sei noch erwähnt, daß das Vorhandensein einer Gaumenperforation die Bildung einer Pseudarthrose begünstigt (Papin).

In der Vorkriegszeit kamen Pseudarthrosen wohl nur am Unterkiefer vor, und zwar im Anschluß an Resektion und großen Substanzverlusten. Pseudarthrosen des Oberkiefers aus der Vorkriegszeit sind kaum bekannt. Selbst bis zur Gegenwart ist die Bildung von Scheingelenken am Oberkiefer auf wenige Fälle beschränkt (Morath).

Anders liegen die Verhältnisse am Unterkiefer. Frakturen des Unterkiefers sind häufig, da dieser äußeren Gewalteinwirkungen in erhöhtem Maße ausgesetzt ist und nicht die starre Verbindung mit der Umgebung wie der Oberkiefer aufweist. Zur Pseudarthrosebildung im Unterkiefer ist deshalb weit mehr Gelegenheit. Der horizontale Teil, der Kieferwinkel und die Eckzahngegend dürften als Prädilektionsstellen für Brüche und damit für die Scheingelenkbildung anzusehen sein. Außerdem können natürlich an allen übrigen Stellen des Unterkiefers Frakturen auftreten, ohne die Regelmäßigkeit wie am Oberkiefer zu besitzen. Ihr Ausmaß hängt ab von Sitz, Ausdehnung und vor allem dem anatomischen Zustand der Pseudarthrose.

Die Zahl der therapeutischen Vorschläge zur Behandlung der Pseudarthrose an den Kiefern ist außerordentlich groß. Erfolge sind wohl mit jeder Behandlungsart erreicht worden. Das Ziel der Behandlung muß die Wiederherstellung des knöchernen Zusammenhangs des Kieferbogens und die Wiederherstellung der Artikulation der Zähne sein, sodaß der frühere Zustand sowohl in funktioneller als auch in kosmetischer Hinsicht erreicht wird. Die besten Ergebnisse bei der Behandlung der Pseudarthrose an den Kiefern werden auf chirurgischem Wege erzielt, zumal dann, wenn

Arzt und Zahnarzt verständnisvoll Hand in Hand arbeiten und sich gegenseitig unterstützen, da die endgültige Heilung des Scheingelenks außer der Operation der Schienung bedarf.

Man kann bei der Behandlung der Pseudarthrosen eine allgemeine und eine örtliche unterscheiden.

Die erste Aufgabe der allgemeinen Therapie besteht darin, daß die etwa vorhandenen ursächlichen Momente zu ermitteln und zu beseitigen sind. Sowohl ungünstige äußere Verhältnisse als auch allgemeine Ernährungsstörungen, Konstitutionsanomalien müssen neben den örtlichen Hindernissen Berücksichtigung finden. Bei der Allgemeinbehandlung ist wieder zu unterscheiden zwischen verzögerter Kallusbildung und ausgebildeter Pseudarthrose. Bei letzterer ist diese Art der Therapie erfolglos. Vor allem sind diätetische Maßregeln geeignet, eine Konsolidation herbeizuführen; so z. B. die Sorge für kräftige Nahrung, ferner der Aufenthalt in frischer Luft und die Anregung des Stoffwechsels durch Lebertran, Vitaminen und Höhensonne.

Auch die innerliche Darreichung von Medikamenten, die eine spezifische Wirkung auf die Beförderung der Bildung und Verknöcherung des Kallus besitzen, hat man vielfach versucht. Eine der ersten Mittel dieser Art waren die Kalkpräparate, die in Form von phosphorsaurem Kalk gegeben wurden, ohne allerdings stets einen sicheren Erfolg damit zu erzielen. Eden und Herrmann zeigten später durch ihre Kallusanalysen, daß Kalk in reichlicher Menge im Kallus vorhanden ist, auch ohne Zufuhr von Medikamenten.

Einen Fortschritt in der allgemeinen Behandlung der verzögerten Konsolidation bildete die perorale Verabreichung von Phosphorpräparaten. Tierexperimentell konnte nachgewiesen werden, daß bei fortgesetzten kleinen Gaben von Phosphor ein Kallus entsteht, der reichlicher und dichter ist als normal. Doch leider haben die klinischen Beobachtungen die Erwartungen nicht bestätigt, die man auf die tierexperimentellen Erfolge gesetzt hatte.

Dagegen soll die kombinierte Behandlung von Phosphor und Lebertran sowie Vitaminen in Form von Fruchtsäften wesentlich bessere Erfolge gezeitigt haben.

Nicht weniger zahlreich als die allgemeinen Behandlungsversuche sind auch die lokalen. Auch sie haben zum Ziele die verzögerte Kallusbildung durch konservative örtliche injizierbare Reizmittel zu beschleunigen. Gegen ausgebildete Pseudarthrosen sind auch sie erfolglos. Da Übergänge zwischen beiden Krankheitsbildern bestehen, werden die konservativen Mittel in der Zeit vor der Operation angewandt und können dann durch ihren Erfolg oder Mißerfolg die Diagnose nach irgendeiner Richtung erhärten.

Die Aufgabe dieser Art von Therapie ist die Erneuerung der osteoplastischen Entzündung und damit eine Verbesserung der Nahrungszufuhr. Bedingung dabei ist also das Vorhandensein dieser knochenbildenden Kräfte, wenn auch in geschwächtem Zu-

stande, um sie zu neuer Tätigkeit wachrufen zu können. Das hat Gültigkeit für alle Pseudarthrosen. Als konservative, mechanische Heilmittel werden verwandt Reiben der Bruchenden aneinander, Stauungshyperaemie während mehrerer Stunden am Tage, Beklopfen der Bruchstelle mit umwickeltem Hammer, Massage, Beklopfen des Periosts (Lexer), enge Gipsverbände (Meyer) und Setaceum, d. i. Durchziehen und Liegenlassen eines kräftigen Fadens zwischen den Bruchenden. Auch sollen die Röntgenstrahlen bei verzögerter Konsolidierung eine Beschleunigung der Kallusbildung hervorrufen (Kappis). Auch Jodtinktur, Chlorzink, Milchsäure, Osmiumsäure, Karbolsäure, Terpentin (Mikulicz) wurden zwecks Erhärtung des Kallus subperiostal gespritzt. Bier riet die Injektion von Blut, das der Armvene desselben Patienten entnommen werden sollte. Bergel spricht dem Fibrin einen anregenden Einfluß bezüglich der Kallusbildung zu und verwendet das pulverförmig sterilisierte Fibrin in Aufschwemmung von physiologischer Kochsalzlösung. Eine Emulsion von Periostzellen in Gelatinelösung injiziert Schleich. Sasaki nimmt zu diesem Zweck Periostemulsion in Kochsalzlösung, von der Tatsache ausgehend, daß das Periost in erster Linie als Ausgangspunkt und Träger der Knochenneubildung anzusehen ist. Auch Vigantol soll die Kallusbildung an den Kiefern sehr günstig beeinflussen und Schroeter berichtete, daß er eine verzögerte Konsolidierung nur durch Verabreichung von Vigantol hat heilen sehen. Besondere Erwähnung verdient das neue Präparat „Ossophyt". Hier sind die notwendigen Phosphate mit einer Aminosäure gekoppelt. Mit Hilfe dieses Präparates will man auf metaplastischem Wege Kallus erzeugen, d. h. man versucht, in dem frisch gebildeten Bindegewebe Kalkablagerungen zu erzielen, die dann durch Belastung des Knochenbruchs zur Verknöcherung führen sollen. Seeliger konnte durch langjährige Versuche nachweisen, daß es in der Tat gelingt, auf metaplastischem Wege Knochen zu erzeugen.

Alle diese mechanisch, chemisch oder biologisch wirksamen Reizmittel können nur dann zum Erfolg führen, wenn sich zwischen den Bruchenden keine Einlagerungen befinden und eine verzögerte Kallusbildung noch im Gange ist. Bei ausgebildeter Pseudarthrose dagegen — gleichgültig, ob sich diese an den Röhrenknochen oder im Bereich der Kiefer befinden — geht der Weg zur endgültigen Heilung über die Operation.

Die Ruhigstellung des frakturierten Knochens vor und nach der Operation ist eine wichtige Vorbedingung für den endgültigen Heilungserfolg. Bei den langen Röhrenknochen besorgen dies in der Hauptsachen die Gipsverbände, im Bereich der Kiefer die orthopädischen Maßnahmen des Zahnarztes, deren Besprechung nun folgen soll.

Die chirurgisch-prothetische Behandlung an den Kiefern bezweckt, die Dislokation der Bruchstücke zu verhindern und nach erfolgter Reposition diese durch eine Schiene in der normalen

Stellung bis zur erfolgten Heilung zu fixieren. Sowohl Okklusion wie Artikulation der Zahnreihen als auch die ungehinderte Funktion der Gelenke und die symmetrische Wirkung der an den Fragmenten angreifenden Muskeln nach der Heilung ist von der sorgfältigen Ausführung der Schienung abhängig.

Die einfachste Behandlungsart, um eine Pseudarthrose an den Kiefern orthopädisch zu fixieren, ist die Überbrückung durch eine Prothese, welche die beiden Fragmente an den vorhandenen Zähnen unbeweglich miteinander verbindet. Zu Beginn des 19. Jahrhunderts wurde diese Art der Ruhigstellung zuerst von den Amerikanern angewandt. Suersen und später Sauer bauten dann diese Methode weiter aus, sodaß sie heute noch bei Fällen angewendet wird, wo eine Operation nicht ratsam erscheint und sich der Patient mit einer dauernden, durch das Tragen der Prothese geminderten Beeinträchtigung seiner Kaufunktion abfinden will. Nach Berichten von Schröder und del Villar vermögen diese starren Verbindungen über einer Pseudarthrose für den Kranken eine nicht zu unterschätzende Erleichterung zu erzielen. Vor allem wird die Kraft der Kaufunktion gehoben und damit wieder ein annehmbarer Ernährungszustand erreicht, sodaß mancher Patient mit dem Erfolg der Behandlung zufrieden ist und einen weiteren Eingriff ablehnt.

Trotzdem muß die starre Überbrückung ein Notbehelf bleiben und nur in Ausnahmefällen zur Anwendung gelangen, da eine endgültige Heilung nicht eintreten wird und die ganze Behandlungsart an das Vorhandensein von Zähnen gebunden ist. Soll eine knöcherne Heilung des Falschgelenks wirklich erreicht werden, so muß Operation und Schienung vorgenommen werden, gleichgültig, ob es sich um eine Pseudarthrose im Ober- oder Unterkiefer handelt.

Für die Art der Schienen ist die Angriffsweise der wirkenden Kraft an dem Fragment maßgebend. Dienen zur Verankerung Zähne, so werden Drahtverbände verwendet in Verbindung mit einer schiefen Ebene, Gummizügen und einer Gleitschiene, wie sie von Sauer, Schröder, Warnekros, Bruhn, Ernst und vielen anderen beschrieben wurden. Die Pelottenschienung findet dann Anwendung, wenn ein Fragment unbezahnt ist. Der Pelotte fällt dabei die Aufgabe der Fixation zu. Bei starken Verschiebungen und Senkungen kommen vor allem extraorale Verbände in Anwendung, wie sie von Kühn und Schröder angegeben werden. Fehlen sowohl die Zähne für eine Dentalschiene als auch die Erfordernisse einer Pelottenschiene, so tritt die Kopf-Kinnkappe oder der Extensionsapparat, an denen Gummizüge, Drahtschienen und Gaumenplatten befestigt sind, an ihre Stelle. Der Angriffspunkt liegt bei diesen Apparaten im Knochen selbst. Als Fixierungsschiene kommen die Schröderschen Verbände mit Gleitschiene, Ligaturen und Gummizüge in Frage. Auch die Aufbißschiene nach Port und die Schiene nach Hauptmeyer kommen in Anwendung. Handelt es sich im Oberkiefer neben

einer Pseudarthrose noch um eine Gaumperforation, so ist es notwendig, falls eine Operation unmöglich erscheint, dem Patienten einen Obturator zu geben, damit seine Sprache und die Möglichkeit der Nahrungsaufnahme gebessert wird. Nach erfolgter Regulierung wird die Fixierungsschiene angelegt und der Kranke dem Chirurgen zugeführt. Nochmals sei hier erwähnt, daß alle diese orthopädischen, zahnärztlichen Maßnahmen bei einer ausgebildeten Pseudarthrose der Kiefer keinen Heilungserfolg zeitigen, doch können sie bei richtiger Ausführung eine verzögerte Kallusbildung beseitigen. Bei der Scheingelenkbildung dienen sie dagegen als Vorbereitung zur Operation und später zur Sicherung des Erfolges.

Als einzige, wirklich erfolgreiche Therapie der Pseudarthrose bleibt also die Operation. Die Wahl der Methode hängt natürlich von der Lage und der Art des Scheingelenks ab. Das Entscheidende ist dabei immer die Herstellung von Bruchenden, die knochenbildende Fähigkeit besitzen.

Als eines der ältesten operativen Verfahren kommt die Anregung der Kallusbildung und die Fixation der Bruchenden durch quereingetriebene Elfenbeinstifte nach Dieffenbach in Frage (1848). Bis zu Beginn des 20. Jahrhunderts war diese Art der Operation die Methode der Wahl. Munk legte dann als Erster Elfenbeinzapfen in die Markhöhle ein und benutzte sie auch zur Überbrückung von Knochendefekten. Trotz mehrerer Erfolge konnte man feststellen, daß das Elfenbeinstück in einigen Fällen schon nach Jahren ausgestoßen wurde. Schröder hatte nur bei kleinen Pseudarthrosedefekten mit der Einpflanzung von Elfenbeinstücken Erfolg. Neben dem Elfenbein wurde von anderen Autoren das verschiedenste Material verwendet; so z. B. Gold, Silber, Platin, vernickelte Stahlstifte, versilberte Stahlschrauben, U-förmige Nägel aus Stahl oder Nickel, die durch vorgebohrte Kanäle der beiden Fragmente getrieben wurden. Auch Golddraht und Goldspangen wurden zu diesem Zwecke von Soerensen, Garré, Hoffmann verwendet. Heute ist die Heteroplastik längst verlassen worden. Einst wurde sie hauptsächlich wegen ihrer guten Stützung und der leichten, operationslosen Erlangung des Materials empfohlen. Die Nachteile der Heteroplastik sind, daß die Schaltstücke als Fremdkörper wirken, keinen organischen Ersatz für den Knochen schaffen und deshalb stets die Gefahr der Fistelbildung mit nachfolgender Sequestrierung des Transplantats besteht. Nicht kann dagegen bei aseptischer Ausführung der Operation der knochenbildende Reiz geleugnet werden, den die Heteroplastik ausübt. Sie wirkt ähnlich wie die konservativen und prothetischen Mittel, gehört daher eher dorthin, als zur chirurgischen Behandlung der Pseudarthrose.

Ähnlich wie bei der Heteroplastik, bezüglich des endgültigen Erfolgs, liegen auch die Verhältnisse bei der Homoioplastik der Pseudarthrose. Bis heute ist sie umstritten, wenngleich die Mehrzahl aller Chirurgen von ihr keinen Gebrauch mehr machen. Die

wichtigsten Verfechter der Homoioplastik sind Ellmer-Schmincke, Brüning und Lazzarini. Bei dieser chirurgischen Behandlungsweise gefährden vor allem immunisatorische Abwehrkräfte das Transplantat. Nachfolgende Ausstoßung ist häufig. Versuche mit homoioplastischer Einpflanzung bei Unterkieferdefekten hat auch Lexer angestellt. Das eine Mal stammte das Material aus dem Unterkiefer einer Leiche, das andere Mal handelte es sich um periostbedeckten Tibiaspan eines amputierten Unterschenkels. Während dem ersten Versuch kein Erfolg beschieden war (Sequestrierung des Unterkiefertransplantats), gelang die Homoioplastik beim zweiten Fall. Trotzdem lehnt Lexer im allgemeinen die Homoioplastik ab, wenn er auch Ausnahmen zuläßt, und zwar deshalb, weil ihr Erfolg zu unsicher ist und dem Chirurgen von heute weit bessere Operationsmethoden zur Beseitigung der Pseudarthrose zur Verfügung stehen als die Homoioplastik. Ein Vorteil der Homoioplastik sei noch erwähnt: sie spart dem Patienten eine zweite Wunde, was in manchen Fällen zu berücksichtigen wäre.

Die Methode der Wahl ist heute die autoplastische Transplantation. Peinlichste Asepsis und gewissenhafte Ausführung stellen den Erfolg sicher. Im Laufe der Zeit haben sich verschiedene Arten der Operation ausgebildet, deren Anwendung aber nicht überall gerechtfertigt ist. Die anatomischen Lageverhältnisse geben hier den Ausschlag. Die chirurgischen Methoden sind:

1. Resektion der Knochenenden mit nachfolgender Naht.
2. Die gestielte Osteoplastik.
3. Die freie Knochentransplantation.
4. Die indirekte freie Osteoplastik.

Das Wesen der Resektion mit nachfolgender Naht besteht darin, daß man die pseudarthrotisch veränderten Knochenenden bis in das Gesunde hinein anfrischt und diese Knochenstümpfe durch Naht in der richtigen Lage zusammenhält. Zu diesem Zwecke sägt man die Fragmente quer oder treppenförmig ab, bis eine blutende, gesund aussehende Markhöhle erscheint. Eine Verkürzung bis zu 2 cm muß dabei häufig mit in Kauf genommen werden. Zweckmäßigerweise löst man bei der operativen Freilegung der Pseudarthrose den Periostschlauch im Zusammenhang mit den umgebenden Muskeln ab, um die von außen an das Periost herantretenden, ernährenden Gefäße nicht zu zerstören. Es ist deshalb oft schwer zu entscheiden, ob genügend lebensfähiges Periost im Bereich der Knochenanfrischung vorhanden ist. Nach der Knochennaht ist ein sorgfältiges Zusammennähen der umgebenden Muskeln unbedingt vorzunehmen, damit der Periostmantel wieder fest an den Knochen angelegt wird. Zwei Faktoren sind also bei der Resektion mit nachfolgender Naht der Stümpfe zu beachten. Erstens die Schonung des Periosts und zweitens die Eröffnung der Markhöhle. Die Resektion wurde besonders zur Behandlung der Kriegspseudarthrosen empfohlen, die durch Schußverletzungen entstanden sind, weil hier wegen der häufig vorhandenen Infektion

ein möglichst einfaches Verfahren das beste ist. Dasselbe gilt für infizierte Brüche nach Unfällen.

Während die Resektion mit Knochennaht bei den langen Röhrenknochen die Methode der Wahl ist, kommt sie als Pseudarthrosetherapie an den Kiefern nur dann in Frage, wenn bei gesunden Weichteilen keinerlei Knochensubstanzverlust vorliegt, da sonst die normale Artikulation erheblich gestört werden würde. Die Vereinigung der Fragmente geschieht durch Naht mit Bronze-, Silber- oder V_2A-Draht.

Eine Methode, die heute nur noch wenig mehr geübt wird, aber sicherlich im Erfolg gut ist, stellt die Transplantation von gestielten Haut-Periost-Knochenlappen dar, wie sie Müller-Koenig zuerst an Schädel und an Nase verwendeten und wie sie auch zur Behandlung der Pseudarthrosedefekte von v. Eiselsberg, Brun empfohlen worden ist. Der Vorzug dieser Operationsart ist die gute Einheilung des Lappens, auch dann, wenn das Lager narbig verändert ist oder wenn schwache Eiterung besteht. Das kommt daher, weil er in seiner Ernährung vom Lager weitgehend unabhängig ist, zum Unterschied von der freien Transplantation, bei der dies nicht der Fall ist. Als weiterer Vorteil ist noch zu erwähnen, daß alle Teile des Lappens erhalten und in ihrem Zusammenhang bleiben und vor allem die Ernährung nicht unterbrochen wird. Im Jahre 1891 wurde von Bardenheuer zuerst die gestielte Osteoplastik ausgeführt, und zwar aus der Stirngegend, später von Wölffler und Rydigier 1891/92 aus der Clavicula mit dem Stiel aus dem Hals, vorgenommen. Am Unterkiefer kann der Knochenlappen der Mandibula selbst vor oder hinter der Pseudarthrose entnommen werden (Wildt, Krause). Es wird dann so vorgegangen, daß man den Knochenlappen auf den Defekt verschiebt und sein Periost mit dem der Frakturenden vernäht. Sechs Wochen nach Einheilung des Ernährungsstiels wird dieser durchtrennt und wieder zurückverpflanzt. Diese sogenannte Verschiebungsplastik aus der gesunden Unterkiefer- bzw. Oberkieferhälfte wurde in neuerer Zeit besonders ausgebaut. Verdient gemacht haben sich v. Wunschheim, Krause, Hohmeier. Sie vernähen den Periostknochenlappen der Mandibula innen mit einem Teil der Mundbodenmuskulatur und außen lassen sie ihn im Zusammenhang mit einem Weichteillappen der Haut. Das Ganze wird seitlich verschoben und dann der Knochenweichteillappen in die Pseudarthrose eingenäht. Auf diese Art und Weise können sowohl Weichteil- als auch Knochendefekte mit einem Lappen gedeckt werden. v. Eiselsberg und Pichler verschieben einen Periostknochenspan aus dem unteren Kieferrand und lassen daran einen Ernährungsstiel. Auch die Verschiebung von gestielten Periostlappen ohne Knochenspan hat reichliche Kallusbildung und Festigung gebracht (Sudeck). Der Versuch Perthes', einen Hautmuskelstiel aus dem Platysma und dem M.mylohyoideus zusammen mit Periostknochenspänen zu nehmen, hatte ebenfalls Erfolg. Die Vorteile

der gestielten Osteoplastik sind bereits oben erwähnt. Ihr Nachteil ist neben der kosmetischen Verunstaltung durch Verziehung der Haut, die Nichtanwendbarkeit bei größeren Knochenverlusten.

Trotz der günstigen Einheilungsbedingungen des Transplantats bei der gestielten Osteoplastik hat man diese Art der chirurgischen Pseudarthrosebehandlung nahezu verlassen und hat sich der freien, autoplastischen Knochentransplantation völlig zugewandt, da sie allein in funktioneller und kosmetischer Hinsicht Dauererfolge aufzuweisen hat. Voraussetzung für den vollen Erfolg einer freien Transplantation ist, wie schon erwähnt, die feste, möglichst intraorale Schienung der Fragmente.

Die freie Knochentransplantation zum Ersatz an den Kiefern und den langen Röhrenknochen hat sich aufs beste bewährt. Sie stellt heute die Methode der Wahl dar, vorausgesetzt, daß eine endgültige Heilung erstrebt wird. Die Beobachtungen B i e r s sind hier grundlegend geworden. Er faßt das Transplantat als Nährboden auf, der zur Erhaltung der Lücke eingesetzt wird, bis zur Fertigstellung des Regenerats und der die Versperrung der Lücke durch fremde Gewebsarten, die das Wachstum des Knochengewebes verhindern, verhüten muß.

Bei der Pseudarthrose der langen Röhrenknochen kann das Transplantat entweder als innerer Bolzen oder als äußere Schienung verwendet werden. Das Prinzip der Operation, die man als Bolzung bezeichnet, ist die Einführung eines meist der Tibiakante entnommenen Knochenstücks oder eines resezierten Teiles der Fibula in die Markhöhlen der vorher angefrischten, pseudarthrotischen Fragmentenden.

Das Wesen der Schienung ist das Einlegen eines periostgedeckten Knochenspans in ein breites, rinnenförmiges Lager der beiden Fragmente, sodaß die Spongiosa-Markfläche des Spans auf die Spongiosa-Markfläche des Lagers zu liegen kommt. Die Verwendung von Fremdkörpern soll dabei nach Möglichkeit vermieden werden. Die Vorteile der Schienung gegenüber der Bolzung sind die Übersichtlichkeit des Lagers sowie die Möglichkeit der exakten Blutstillung und der Beseitigung von entstandenen Gewebstrümmern. Die Nachteile der Bolzung gegenüber der Schienung liegen in der weitgehenden Schädigung des Marks und Endosts und damit in der Ernährung des Bolzens.

Das Prinzip der freien, autoplastischen Knochentransplantation ist das Einpflanzen eines Knochenspans in den Defekt, wobei das Transplantat vom Patienten selbst stammen muß. Ob der Knochenspan von dem Knochen stammt, an dem sich die Pseudarthrose befindet, oder ob er an entlegenerer Stelle entnommen wurde, ist für den Erfolg der Operation gleichgültig. Die Ausführung der Operation ist im Grunde überall gleich. Allein der Ort der Entnahme, die Art der Einfügung des Spans wechselt. Als Spender für Periostgedeckte Knochenstücke dienen vor allem die Tibia, der Beckenkamm, die Rippen, der Unterkiefer bzw, Oberkiefer. Im Jahre 1900 verpflanzten als erste S y k o f f und v. M a n-

goldt ein freies Knochenstück in einen Unterkieferdefekt und benutzten als Entnahmestelle die Mandibula selbst. Später haben dann Arbeiten von Axhausen, König, Küttner, Lexer, Tillmann, zahlreiche Verbesserungen für die freie Knochentransplantation gebracht. Vor allem der Weltkrieg mit seinen unzähligen Schußverletzungen brachte auf diesem Gebiete einen wesentlichen Fortschritt, denn täglich wurde der Chirurg vor die Aufgabe gestellt, Kieferdefekte auf osteoplastischem Wege zu decken. Es ist in der Hauptsache das Verdienst von Lexer, Lindemann, Schröder u. a., die freie Knochentransplantation an den Kiefern so ausgedehnt zu haben, daß sie ein wirklich brauchbares Mittel zur Behandlung der Pseudarthrosen im Bereich der Kiefer wurde.

Nun noch einige Angaben über den Entnahmeort des Spans bei den verschiedenen Autoren und die damit erzielten Heilerfolge. Bei Tibiatransplantation erzielte Bier eine vollkommene Regeneration. Von 29 Unterkieferpseudarthrosen, die v. Eiselsberg erfolgreich operierte, entnahm er sein Knochentransplantat 14 mal der Tibia und 14 mal dem Beckenkamm und 1 mal der Rippe. Während Gulecke und Rehn mit periostbedeckten Spänen aus der Tibia, Fibula oder des Unterkiefers selbst schienen oder bolzen, verwirft Partsch diese Art der Behandlung. Er sucht eine rasche Verklebung und Verwachsung dadurch zu erreichen, daß er sein Knochentransplantat aus dem Beckenkamm mit breiter Auflagerung in die Knochenfläche einfalzt. Einen ganz anderen Weg der freien Knochentransplantation gehen Forrester-Brown. Der Darmbeinkante entnommene Knochenstücke, welche zwischen die Fragmente gelegt werden, sollen den pseudarthrotischen Defekt überbrücken. Lexer dagegen macht bei regenerationsfähigem Periost eine zentrale, autoplastische Bolzung, bei zerrissenem Periost eine Schienung mittels Tibiaspan. Zu erwähnen ist noch die Methode Schmiedens bezüglich des Entnahmeorts für das Transplantat und seine Gestaltung bei Scheingelenkbildung im Unterkiefer. Er verwendet nach halbseitiger Resektion des Unterkiefers als Implantat den Beckenkamm für den horizontalen Ast, als Kieferwinkel die Spina anterior superior und das nach abwärts von der Spina verlaufende Stück als aufsteigenden Ast des Unterkiefers. Die Beliebtheit des Beckenkamms als Implantat verdankt er seiner Elastizität, seiner Stärke und weil seine Entfernung für den Kranken keine funktionellen Nachteile mit sich bringt.

Von 262 Transplantationen, die Lindemann ausführte, waren 210 von Erfolg. Auch Luxenburger hat von 200 autoplastischen Knocheneinpflanzungen 75% als endgültig geheilt zu verzeichnen.

Eine Vereinigung von freier Transplantation und gestielter Osteoplastik ist die sogenannte indirekte freie Osteoplastik. 1907 wurde diese Verfahren von Rydigier und Payr mittels Rippenspan begründet. Das Prinzip dieser Operation besteht in der

zeitweiligen Einpflanzung eines Knochenspans in den M.sterno-cleido-mastoideus. Nach etwa 8 Wochen wird dieser gestielt hochgeklappt, ohne ihn von seinem neuen Nährboden zu lösen, im Unterkiefer implantiert und nach Einheilung die Ernährungsbrücke durchtrennt. Der Vorteil dieser Operation liegt in der guten Ernährung des Implantats, die bei drohender Infektionsgefahr eine für die Einheilung wichtige Rolle spielt. Die Erfolge sind gut. Nach Luxenburger sollen von 28 Fällen 25 mit der indirekten freien Osteoplastik geheilt worden sein. Ähnlich geht auch Axhausen nach dem Beispiel Luxenburgers vor.

Handelt es sich um eine Knochenresektion mit nachfolgender Naht, so werden die Bruchenden treppen-, keil- oder zapfenförmig angefrischt und auf diese Weise miteinander verzahnt. Etwas schwieriger liegen die Verhältnisse bei der Verbindung zwischen einem frei transplantierten Knochenspan und dem pseudarthrotischen Knochen.

Der Grund, weshalb viele Chirurgen eine besondere mechanische Befestigung des Implantats mit den Knochenstümpfen fordern, ist, weil sie auf diese Weise eine sofortige Festigkeit erreichen und eine frühzeitige funktionelle Inanspruchnahme des geschädigten Knochens gestatten können mit der Aussicht einer erhöhten Heilungsgeschwindigkeit und Knochenneubildung. Lexer vernäht das Transplantat an den Enden in Form einer Stufe mit dem Erfolg, daß sich der mittlere Teil zwischen die Defektenden hineinlegen kann, wodurch sowohl dem Implantat als auch dem Kiefer ein Halt verliehen wird. Einsattelungen, Spaltungen oder Verzahnungen zwecks gegenseitiger Befestigung zwischen Knochenspan und Knochenstumpf haben sich im Bereich der Kiefer nicht bewährt. Meist wird das gut angepaßte Transplantat beiderseits in die Periosttaschen versenkt, sodaß es dem Knochengewebe der Kieferstümpfe breit anliegt und mit ihnen sofort in Verbindung treten kann (Soerensen). Wieder eine andere Art der Befestigung ist von Lange angegeben worden. Er entnimmt sein Transplantat der Tibia, paßt es in eine vorher gebildete Rinne beider Bruchenden ein und befestigt den Span durch Periostnähte. Wie auch die Formgebung des Implantats sei, immer ist darauf Bedacht zu nehmen, daß die mechanische Bearbeitung stets eine Gefahr für das Transplantat darstellt. Abkühlung, Austrocknung des Knochenspans oder Beschädigung des Periosts sind deshalb auf das geringste Maß zu beschränken. Bei der Herrichtung des Lagers ist die Schonung des Gewebes sowohl für die Erhaltung der von ihm ausgehenden Ernährung, als auch der von ihm stammenden Ersatzleistung von ebenso großer Bedeutung wie die vorsichtige Behandlung des Transplantats bei der Entnahme. Daß eine Blutansammlung zwischen Transplantat und Lager die Ernährung sehr erschweren muß, ist verständlich.

Sowohl für die Sicherung des Erfolges einer freien Knochentransplantation im Bereich der Kiefer als auch an den langen Röhrenknochen ist Voraussetzung, daß eine sorgfältige orthopädische

Behandlung die Knochenfragmente in richtigem Abstand und in richtiger Lage fixiert, da von dieser Maßnahme in erster Linie die Güte der späteren Funktion abhängen wird. Ganz abgesehen davon ist die Ruhigstellung auch eine wesentliche Bedingung für die Einheilung des Knochenspans. Finden an den Kiefern fortwährend Wackel- bzw. Hebelbewegungen statt, verschiebt sich bei Bewegungen des Unterkiefers ständig das Transplantat gegen den Knochen, so ist natürlich das endgültige Gelingen der Operation in Frage gestellt. Ob nun eine völlige Ruhigstellung des Unterkiefers mittels Kopfgipsverband gefordert werden soll (Bruhn, Lindemann) oder ob die Mandibula in Bewegung sein muß (Lexer, Klapp), damit ein funktioneller Reiz auf die operierte Stelle ausgeübt wird, ist noch umstritten. Auf jeden Fall sollen die Bruchenden unter sich möglichst sicher fixiert sein. Apparate, die dieser Maßnahme dienen, sind bereits besprochen.

Oberstes Gesetz für das Gelingen einer osteoplastischen Pseudarthroseoperation im allgemeinen und im speziellen an den Kiefern ist strengste Asepsis. Dieser Anforderung gerecht zu werden, ist nicht leicht; Eiterherde und verschmutzte Wunden sind gerade in der Mundhöhle vielfach vorhanden. Dazu kommt der Übelstand — wenngleich äußerlich keine Anzeichen vorhanden sind —, daß während der Operation latente Eitererreger aktiviert werden können, um von Neuem ihr zerstörendes Werk aufzunehmen. Allgemein herrscht deshalb die Ansicht, erst 4—6 Monate nach der Verletzung, bzw. 4 Monate nach Schließung der letzten Fistel zu operieren. Aus sozialen Gründen ist es jedoch häufig notwendig, wesentlich früher einzugreifen. Hohmann, Franke konnte ohne Mißerfolg in einer Sitzung die Sequester entfernen, die Fistel ausschneiden und die eigentliche Pseudarthroseoperation vornehmen. Bei Behandlung von Falschgelenken an den Kiefern darf unter keinen Umständen die Schleimhaut der Mundhöhle eröffnet werden. Auch hat man sich durch Röntgenaufnahmen zu vergewissern, daß keinerlei Zahnsplitter, Wurzelreste, kariöse Zähne, Sequester oder Nebenhöhleneiterungen vorliegen. Bei der Entnahme des Transplantats muß dessen Schonung beachtet werden, damit die Lebensfähigkeit der für den lebenden Umbau nötigen Zellen nicht geschädigt wird, ganz besonders, wenn es sich um ein ersatzschweres Lager handelt. Außerdem sollen wegen einer günstigen Naht die Periosträndер des Implantats überstehen. Die Einfügung des Implantats soll womöglich kurz nach der Entnahme stattfinden, um schon erwähnte Schädigungen zu vermeiden.

Nicht weniger wichtig als die Asepsis ist für die freie Transplantation eine peinliche Blutstillung. Sowohl die Ernährung des Implantats als auch das Periost als vorzüglicher Knochenbildner werden durch Haematome weitgehend beeinträchtigt. Die Arten der Vereinigung und ihre Materialien wurden bereits abgehandelt. Zur Naht des Periosts wird meist Catgut verwendet, um möglichst wenig fremde Bestandteile im Operationsgebiet zu haben, da diese Anlaß zu nachträglicher Eiterung mit Ausstoßung

geben könnten. Das Gelingen einer Pseudarthroseoperation durch Transplantation ist demnach von vielen äußeren und inneren Umständen abhängig, deren Zusammenwirken nicht selten trotz genauester Sorgfalt einen Mißerfolg zustande kommen lassen.

Die Operation selbst wird von den meisten Chirurgen in örtlicher Betäubung ausgeführt. Diese gestattet am Entnahmeort wie auch an der Stelle der Einpflanzung schmerzloses Operieren. Im Bereich der Kiefer kommt zu diesem Zwecke die Leitungsanaesthesie vom N.mandibularis, N.alveolaris inferior et superior, N.infraorbitalis und des Plexus cervicalis in Frage. Einige Autoren operieren auch in Allgemeinnarkose, doch ist das nicht die Regel. Als Anaestheticum wird nur eine Novocainlösung ohne Zusatz von Suprarenin benützt, um die parenchymatösen Nachblutungen auszuschalten, welche später die Einheilung des Implantats gefährden können.

Übersieht man die vielen Erfolge, die mittels der Knochentransplantation bei Pseudarthrose erzielt wurden, so wird man auch die Frage über das weitere Schicksal des Implantats selbst zu erörtern gezwungen. Ollier fügte 1858 die ersten anatomisch begründeten Tatsachen zu einer geschlossenen Lehre zusammen. Das Ergebnis seiner Forschung ist die Feststellung, daß der frisch entnommene Knochenspan im Körper eines artgleichen Tieres bei völliger Erhaltung des Lebens einheilen könne. 1893 wird diese Anschauung durch die histologischen Untersuchungen von Barth und Marchand gestürzt. Nach ihrer Anschauung stirbt das Transplantat ab und wird resorbiert. Die Regeneration des neuen Knochens geschieht ausschließlich vom Periost der Umgebung. Das Implantat selbst wirkt nur als Reiz zur Neubildung. Dieser Streit veranlaßte Axhausen zu seinen Untersuchungen über das Schicksal der freien Knochentransplantate. 1907 veröffentlichte er seine durch die neuesten Hilfsmittel der Forschung gefundenen Ergebnisse. Ihr Inhalt gilt noch heute. Der lebende, artgleiche periostgedeckte Knochen ist nach seiner Ansicht jedem anderen Transplantationsmaterial weit überlegen. Bei der Einheilung des Implantats bleiben das Periost und Teile des Marks am Leben. Zugrunde geht allein die Knochensubstanz und wird bei guter Ernährung durch gleichzeitige Resorption und Osteoklasten und Apposition von Osteoblasten durch neugebildetes Knochengewebe aus dem Periost und Mark des Transplantats und dem knochenbildenden Gewebe des Lagers ersetzt.

Für das Nichteinheilen von Knochentransplantaten gelten als Ursache ähnliche Umstände wie wir sie für die Entstehung der Pseudarthrose nach Frakturen kennengelernt haben. Zu nennen sind hier Haematome, Infektion, Einwachsen von Granulationsgewebe zwischen Implantat und Lager, ferner die Arrosion des Transplantats durch unspezifisches Bindegewebe und schließlich ein narbig verändertes Lager.

Der zeitliche Abbau des Transplantats und der Aufbau des neuen Knochenmaterials erstreckt sich nach Lindemann über

Jahre hin. Stark abhängig ist dieser Vorgang von der allgemeinen körperlichen Verfassung der Kranken, vom Reiz der Funktion und von der Art der Belastung, sodaß genaue Zeitpunkte über das Fortschreiten dieser geweblichen Umbauvorgänge nicht gegeben werden können.

Zusammenfassung.

Der Inhalt meiner Arbeit beschäftigt sich mit den verschiedenen Möglichkeiten, die zur Bildung einer Pseudarthrose führen können, unter besonderer Berücksichtigung ihres Vorkommens im Bereich der Kiefer. Der erste Abschnitt befaßt sich mit der Aetiologie, und zwar ist zuerst auf die allgemeinen, dann auf die örtlichen Ursachen eingegangen worden. Bei der Entstehung von Pseudarthrosen ist von allgemeiner Bedeutung das gegenseitige Verhältnis von Kalkstoffwechsel und Gesamtstoffwechsel. Ähnliche Wirkungen wie die Stoffwechselstörungen haben auch längerdauernde Schwächezustände. Auch sie beeinträchtigen die Lebenskraft des knochenbildenden Gewebes.

Die wichtigste und häufigste Ursache örtlicher Natur, die zur Ausbildung eines Scheingelenks führt, ist die frühzeitige Entsplitterung von Schußbrüchen soweit diese mit größeren Knochendefekten verbunden sind. Ursächlich nicht weniger wichtig ist die mangelhafte Fixierung der Frakturen im Frühstadium, zumal dann, wenn eine Eiterung das knochenbildende Gewebe bereits geschädigt hat. Interposition von Weichteilen, die Dislokation der Bruchfragmente und die ungünstigen Verhältnisse, die durch komplizierte Frakturen geschaffen werden, führen ebenfalls nicht selten zur Ausbildung einer Pseudarthrose.

Konservative Mittel zur Behandlung einer ausgebildeten Pseudarthrose versagen völlig. Sie können höchstens prophylaktisch bei verzögerter Kallusbildung von Erfolg sein. Die Behandlung echter Falschgelenke kann nur operativ sein. An Knochen, bei denen bleibende Verkürzung nicht so sehr in das Gewicht fällt, führt die Resektion und Knochennaht am sichersten zur Heilung. Bei Pseudarthrosen an den Kiefern ist diese Art von Operation nicht angängig. Bei dieser Art von Operation sind beide Berührungsflächen mit genügender osteoplastischer Fähigkeit zu schaffen, die miteinander fest verbunden werden müssen. Auf frühzeitige, funktionelle Belastung durch aktive Bewegung bei gleichzeitiger Fixation ist in der Nachbehandlung Wert zu legen.

Wegen der kosmetischen Verunstaltung ist man von der Behandlung mit gestielten Haut-Periost-Knochenlappen abgerückt. Die sicherste Heilung einer Pseudarthrose wird durch die freie autoplastische Knochentransplantation erreicht. Das Knochentransplantat selbst soll die beiden knochenbildenden Faktoren, Periost und Mark, enthalten. Seine sichere Einfügung in ein gut angefrischtes Lager ist eine wesentliche Vorbedingung für seine Ein-

heilung. Die Vereinigung des Implantats mit dem Lager kann durch Bolzung, Schienung, Verzahnung, Falzung und durch Naht geschehen. Die Heilungserfolge der freien Osteoplastischen Transplantation sind gut. Es ist aber zugleich die Methode, welche die schärfste Indikationsstellung erfordert und nur angewendet werden soll, wenn die erforderlichen Bedingungen zur Einheilung gegeben sind.

Schrifttum.

Axhausen, Histologische Untersuchungen über Knochentransplantation am Menschen. D. Ztschr. f. Chir., Bd. 91, H. 3 u. 4, 1907.

— Beiträge zur Mund- und Kieferchirurgie. Deutsche Zahnheilkunde, Heft 82.

Barth, Über histol. Befunde nach Knochentransplantation. Arch. f. klin. Chir., Bd. 46, 1893.

— Über künstliche Erzeugung von Knochengewebe und über die Ziele der Osteoplastik. Berlin. klin. Wochenschr. Nr. 1, 1896.

Bergel, Die Behandlung der verzögerten Kallusbildung und die Pseudarthrose durch Fibrininjektion. Berl. klin. Wochenschr. 1916.

Bier, Die Bedeutung des Blutergusses für die Heilung des Knochenbruchs. Heilung von Pseudarthrosen und von verspäteter Kallusbildung mit subperiostaler Fibrininjektion. Münch.med. Wochenschr., Nr. 39, 1917.

— Beobachtungen über Regenerationen. Dtsch. med. Wochenschr. 18. Abhandlg., 1917.

Bier-Braun-Kümmel, Chirurgische Operationslehre, 1922.

Borchers, Allgemeine und spezielle Chirurgie des Kopfes einschließlich Operationslehre. Springer-Berlin 1926.

Brown-Forrester, Über Knochentransplantationen. Zentralbl. f. Chir., S. 846, 1922.

Bruhn, Die gegenwärtige Behandlung der Kieferschußverletzungen. Bergmann-Wiesbaden 1916, H. 2, 3, 4, 6; 1917 H. 7, 9.

Brun, Über das Wesen und die Behandlung der Pseudarthrose, 1. und 2. Teil. Rascher-Zürich 1918/19.

— Die chirurgische Behandlung der Pseudarthrosen. Zentrbl. f. Chir., Nr. 44, 1917.

Debrunner-Frosch, Experimentelle und klinische Studien zur Pseudarthrosefrage. Arch. f. Orthop. u. Unfallchirurgie, Bd. 23, 1924.

Eden, Gelenkplastik, Jena 1916.

Eiselsberg v., Zur Heilung größerer Defekte der Tibia durch gestielte Haut-Periost-Knochenlappen. Arch. f. klin. Chir., Bd. 55, 1897.

Ellmer-Schmincke, Ein $15^1/_2$jähriges homoioplastisches Transplantat vom Menschen. Zentrbl. f. Chir. 1925.

Euler, Die Pseudarthrose des Unterkiefers. Dtsch. Monatschr. f. Z. H. 5, 1917.

Franke, Über Pseudarthrosebehandlung auf Grund von 18 operativ geheilten Fällen. Mü. med. Wochenschr., Nr. 40, 1917.

Garrè, Transplantation in der Chirurgie. Verhandl. d. Naturforscher u. Ärzte. 78. Versammlg., Stuttgart 1907.

Garrè-Küttner-Lexer, Hdb. d. praktischen Chirurgie. Enke-Stuttgart 1921.

Hauptmayer, Über erfolgreiche Verwendung von Kieferschienenverbänden bei Frakturen und Resektionen mit besonderer Berücksichtigung der Zinnscharnierschiene. D. M. f. Z., H. 5, 1908.

Hoffmann, Knochennaht und Knochenbolzung. Arch. f. klin. Chir., Bd. 90, 1909.

Hohmann-Lange-Schede, Kriegsorthopädie. Mü. med. Wochenschr. 1916.

Hohmann, Über Pseudarthrosen und durch Knochendefekte bedingte Schlottergelenke. Mü. med. Wochenschr. Nr. 19, 1919.

Jessen, Über die Bedeutung des Periosts bei der Entstehung und Behandlung der Pseudarthrose. Arch. f. klin. Chir., Bd. 165.

Kappis, Beitrag zur Behandlung von verzögerter Kallusbildung und Pseudarthrose. Dt. Zeitschr. f. Chir., Bd. 54, 1900.

Kapsammer, Zur Frage der knorpeligen Kallusbildung. Virch. Arch., Bd. 152.

Klapp, Über einen Fall von ausgedehnter Knochentransplantation. Dtsch. Ztschr. f. Chir., Bd. 54, 1900.

König, Über die Operation des Schlottergelenks der Schulter nach Schußverletzung. Arch. f. Orthop. u. Unfallchirurgie, Bd. 16, H. 3, 1919.

Lexer, Über freie Transplantation. Zentrbl. f. Chir., H. 29, 1911.

— Die freien Transplantationen. Neue Deutsche Chirurgie, Enke-Stuttgart 1919, Bd. 26a und 26b.

— Allgemeine Chirurgie, Bd. 2.

— Wiederherstellungschirurgie, 1. Abschn.: Beseitigung von Gewebsdefekten, Barth-Leipzig 1919.

Lickteig, Unterkieferknochenplastik und prothetische Hilfsmittel. Straßburger med. Zeitung. H. 40, Bd. 3.

Lindemann, Die gegenwärtige Behandlung der Kieferschußverletzungen. v. Bruhn. H. 4, 6. Wiesbaden 1916.

Luxenburger, Über Unterkieferpseudarthrosen. Dtsch. Ztschr. f. Chir., Bd. 172.

Mangoldt v., Übertragung ungestielter Periostknochenlappen zur Heilung von Pseudarthrose. Verh. d. dtsch. Ges. f. Chir., 1904.

Marchand, Zur Kenntnis der Knochentransplantation. Verh. d. dtsch. path. Ges., 1899.

Mayer, Über konservative Pseudarthrosebehandlung. Dtsch. Ztschr. f. Chir., Bd. 174.

Misch-Rumpel, Die Kriegsverletzungen der Kiefer und der angrenzenden Teile. Meuser-Berlin 1916.

Müller-Wiedemann, Über Behandlung von Kieferschußfrakturen, 1916.

Ollier, De l'osteogenes chirurgiale. Verhdlg. d. 10. intern. med. Kongr. Berlin, 1891.

Papin, Des fractures du maxillaire superieur. These de Paris 1897.

Partsch, Über Knochenverpflanzung. Berl. klin. Wochenschr. Nr. 20, 1918.

Perthes, Deutsche Chirurgie, Stuttgart 1907.

Pichler, Über Knochenplastik am Unterkiefer. Arch. f. klin. Chir., Bd. 108.

Rehn, Zur Pseudarthrose nach Knochenbruch und ihre Behandlung. Mü. med. Wochenschr. 1925.

Reichenbach, Der gegenwärtige Stand unserer Erfahrungen auf dem Gebiete der Kieferbruchbehandlung. Mü. med. Wochenschr. Nr. 13, 1929.

Rosenthal-Sonntag, Lehrbuch der Mund- und Kieferchirurgie. Thieme 1930.

Rigal-Vignal, Sur la formation du cal. 1880.

Sasaki, Über Pseudarthrosen. Dtsch. Ztschr. f. Chir.. Bd. 109.
Schmieden, Auswechslung der Fragmente bei Pseudarthrose der Clavicula. Zentrbl. f. Chir. Nr. 5, 1918.
Schröder, Über funktionelle Ausgestaltung der extra- und intraoralen Verbände. D. M. f. Z. Nr. 46, 1916.
— Über wichtige und strittige Punkte in der modernen Kieferbruchbehandlung. D. M. f. Z. 1917.
Schröter, Vigantol und Kieferbruch. D. z. W., Nr. 24, 1929.
Seeliger, Das Schicksal von Blutergüssen in verschiedenen Geweben, unter besonderer Berücksichtigung der Fragen der Verkalkung und der Verknöcherung. Arch. f. klin. Chir., Bd. 147.
Soerensen, Die Knochentransplantation bei Unterkieferdefekten. Chirurg und Zahnarzt, H. 1, Berlin 1917.
Sudeck, Über die chirurgische Behandlung der Pseudarthrosen. Dtsch. med. Wochenschr. H. 6, 1917.
— Die drei Bedingungen der Frakturheilung als Grundlinie der Pseudarthrosebehandlung. Zentrbl. f. Chir., Nr. 22, 1919.
Tillmann, Chirurgischer Beitrag zur Frage der freien Knochentransplantation bei Defekten des Unterkiefers. Dtsch. Ztschr. f. Chir., Bd. 205.
Wassmund, Frakturen und Luxationen des Gesichtsschädels. Meuser-Berlin 1927.
Wunschheim v., Zur Frage der Pseudarthrose und ihre chirurgische Behandlung. Österr. V. f. Zahnheilk. 1916, S. 313.

Herrn Professor Kranz und Herrn Dr. Link danke ich für die Überlassung des Themas und die Unterstützung bei der Ausarbeitung.

Lebenslauf.

Als Sohn des Obermaschinenmeisters Christian Zink und seiner Ehefrau Emma geb. Weißkopf wurde ich am 14. 12. 1910 zu Amberg geboren. Nach vierjährigem Besuch der Volksschule trat ich in die Neue Oberrealschule in Nürnberg ein. Diese besuchte ich von 1922 bis 1931. Am 26. März 1931 legte ich an dieser Lehranstalt die Reifeprüfung ab. Von 1931 bis 1934 widmete ich mich dem Studium der Zahnheilkunde in Erlangen, Freiburg i. B. und München. Die zahnärztliche Vorprüfung bestand ich in Erlangen, das Staatsexamen in München.

Wilhelm Zink.